



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 19 838 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
H 01 G 4/005
H 01 L 23/58
H 01 G 4/30
H 01 G 4/12
H 01 G 2/06

⑳ Aktenzeichen: 100 19 838.4
㉔ Anmeldetag: 20. 4. 2000
㉓ Offenlegungstag: 13. 6. 2001

DE 100 19 838 A 1

③⑩ Unionspriorität:
11-329013 19. 11. 1999 JP
⑦① Anmelder:
Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP

⑦④ Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 81479
München

⑦② Erfinder:
Kuroda, Yoichi, Nagaokakyo, JP; Taniguchi,
Masaaki, Nagaokakyo, JP; Naito, Yasuyuki,
Nagaokakyo, JP; Hori, Haruo, Nagaokakyo, JP;
Kondo, Takanori, Nagaokakyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Mehrschichtkondensator, Verdrahtungssubstrat, Entkopplungsschaltung und Hochfrequenzschaltung**

⑤⑦ Ein Mehrschichtkondensator erzielt eine erhebliche Reduzierung der Äquivalenzreiheninduktivität (ESL) und weist erste innere Elektroden und zweite innere Elektroden, die sich einander gegenüberliegen, erste Durchführungsleiter und zweite Durchführungsleiter und erste äußere Anschlußelektroden und zweite äußere Anschlußelektroden auf. Die ersten Durchführungsleiter verbinden die ersten inneren Elektroden und die ersten äußeren Anschlußelektroden elektrisch, wobei die zweiten Durchführungsleiter die zweiten inneren Elektroden und die zweiten äußeren Anschlußelektroden elektrisch verbinden. Die ersten und zweiten Durchführungsleiter sind derart angeordnet, daß die Durchführungsleiter magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die ersten und zweiten inneren Elektroden fließt, induziert wird, gegenseitig unterdrücken. Wenn darüber hinaus ein Ausrichtungsabstand der ersten und zweiten Durchführungsleiter durch P angezeigt wird, und die Gesamtanzahl der ersten und zweiten Durchführungsleiter durch N angezeigt wird, ist eine Anordnung derart eingestellt, daß ein Verhältnis von P/n etwa 0,085 mm oder weniger beträgt.

DE 100 19 838 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Mehrschichtkondensatoren, Verdrahtungssubstrate, Entkopplungsschaltungen und Hochfrequenzschaltungen. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf Mehrschichtkondensatoren, die zum Verbessern von Hochfrequenzschaltungen angepaßt sind, und auf Verdrahtungssubstrate, Entkopplungsschaltungen und Hochfrequenzschaltungen, die durch solche Mehrschichtkondensatoren definiert sind.

Die meisten herkömmlichen Mehrschichtkondensatoren sind aus dielektrischen Keramikmaterialien oder dergleichen gebildet. Solche Mehrschichtkondensatoren umfassen einen Kondensator mit einer Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten, eine Mehrzahl von Paaren von einander gegenüberliegend angeordneten ersten inneren Elektroden und eine Mehrzahl von Paaren von einander gegenüberliegend angeordneten zweiten inneren Elektroden, die in einer Richtung abwechselnd angeordnet sind, in der die dielektrischen Schichten laminiert sind, wobei sich die Paare von Elektroden über die dielektrischen Schichten gegenüberliegen, um eine Mehrzahl von Kondensatoreinheiten zu definieren. Eine erste äußere Anschlußelektrode ist auf einer ersten Endoberfläche des Kondensators vorgesehen, wobei eine zweite äußere Anschlußelektrode auf einer zweiten Endoberfläche derselben vorgesehen ist. Die ersten inneren Elektroden erstrecken sich heraus zu der ersten Endoberfläche des Kondensators, um mit der ersten äußeren Anschlußelektrode elektrisch verbunden zu sein. Zusätzlich erstrecken sich die zweiten inneren Elektroden heraus zu der zweiten Endoberfläche des Kondensators, um mit der zweiten äußeren Anschlußelektrode elektrisch verbunden zu sein.

Bei dem im vorhergehenden beschriebenen Mehrschichtkondensator fließt beispielsweise Strom von der zweiten äußeren Anschlußelektrode zu der ersten äußeren Anschlußelektrode, und insbesondere fließt der Strom von der zweiten äußeren Anschlußelektrode zu der zweiten inneren Elektrode, von der aus der Strom durch eine dielektrische Schicht fließt, um die erste innere Elektrode zu erreichen, wobei derselbe daraufhin, nachdem er durch die erste innere Elektrode geflossen ist, die erste äußere Anschlußelektrode erreicht.

Wenn die Kapazität eines Kondensators durch das Symbol C angezeigt wird, eine Äquivalenzreiheninduktivität (ESL; ESL = equivalent series inductance) durch das Symbol L angezeigt wird, und der Widerstandswert einer Elektrode, der als ein Äquivalenzreihenwiderstandswert (ESR; ESR = equivalent series resistance) bezeichnet wird, durch das Symbol R angezeigt wird, wird ein Ersatzschaltbild für den Kondensator durch eine Schaltung dargestellt, bei der die Kapazität, die Äquivalenzreiheninduktivität und der Äquivalenzreihenwiderstandswert, die durch die Symbole C , L bzw. R angezeigt werden, in Reihe geschaltet sind.

Bei diesem Ersatzschaltbild ist eine Resonanzfrequenz f_0 gleich einem Wert, der durch einen Ausdruck von $1/[2\pi \times (L \times C)^{1/2}]$ erhalten wird, wobei die Schaltung bei Frequenzen, die höher als die Resonanzfrequenz sind, nicht als ein Kondensator wirkt. In anderen Worten ausgedrückt, ist, wenn ein Wert von L , d. h. der Wert von ESL, klein ist, die Resonanzfrequenz f_0 höher, so daß die Schaltung bei höheren Frequenzen verwendet werden kann. Obwohl in Betracht gezogen worden ist, Kupfer für die inneren Elektroden zu verwenden, um den Wert von ESR zu reduzieren, ist ein Kondensator mit einem reduzierten ESL-Wert erforderlich, wenn der Kondensator in Mikrowellenbereichen verwendet wird.

Zusätzlich ist es bei einem Kondensator, der als ein Entkopplungskondensator verwendet wird, der mit einer Leistungsversorgungsschaltung verbunden ist, die Leistung zu einem MPU-Chip als eine Mikroverarbeitungseinheit zuführt, die in einer Arbeitsstation, einem Personalcomputer oder anderen solchen elektronischen Vorrichtungen mit einem Prozessor enthalten ist, ferner notwendig, den ESL-Wert zu reduzieren. **Fig. 13** ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel der Struktur darstellt, bei der eine MPU **1** und eine Leistungsversorgungseinheit **2** verbunden sind.

In **Fig. 13** weist die MPU **1** einen MPU-Chip **3** und eine Speichereinheit **4** auf. Die Leistungsversorgungseinheit **2** führt dem MPU-Chip **3** Leistung zu. Ein Entkopplungskondensator **5** ist mit einer Leistungsversorgungsschaltung von der Leistungsversorgungseinheit **2** zu dem MPU-Chip **3** verbunden. Zusätzlich ist auf der Seite der Speichereinheit **4** eine Signalschaltung angeordnet, die sich von dem MPU-Chip **3** erstreckt.

Ähnlich zu einem typischen Typ eines Entkopplungskondensators wird der Entkopplungskondensator **5**, der in der im vorhergehenden beschriebenen MPU **1** umfaßt ist, zum Absorbieren von Rauschen und zum Glätten von Leistungsversorgungsschwankungen verwendet. Zusätzlich ist in neuerer Zeit die Herstellung des MPU-Chips **3** mit einer Betriebsfrequenz von über 500 MHz und bis 1 GHz geplant worden. Hinsichtlich eines solchen MPU-Chips **3** ist es, um Hochgeschwindigkeitsoperationen zu erzielen, notwendig, eine schnelle Leistungsversorgungsfunktion aufzuweisen, um die Leistung von der elektrischen Leistung, die in einem Kondensator geladen ist, binnen weniger Nanosekunden zuzuführen, wenn die Leistung beispielsweise während des Einschaltens unmittelbar erfordert wird.

Folglich ist es bei dem Entkopplungskondensator **5**, der bei der MPU **1** verwendet wird, notwendig, daß derselbe eine Induktivitätskomponente aufweist, die so niedrig wie möglich, beispielsweise 10 pH oder weniger, ist. Folglich ist für solche Anwendungen ein Kondensator mit einer solch niedrigen Induktivität erforderlich.

Insbesondere wird bei einem bestimmten MPU-Chip **3** mit einer Betriebsstaktfrequenz von etwa 500 MHz eine Gleichleistung von etwa 2,0 V zugeführt, wobei ein Leistungsverbrauch etwa 24 W beträgt, d. h. derselbe ist derart entworfen, daß ein Strom von etwa 12 A fließt. Um den Leistungsverbrauch zu reduzieren, wenn eine MPU **1** nicht arbeitet, wird ein Schlafmodus, bei dem der Leistungsverbrauch auf 1 W oder weniger abfällt, eingenommen. Wenn von einem Schlafmodus zu einem aktiven Modus gewechselt wird, muß dem MPU-Chip **3** die Leistung, die für den aktiven Modus notwendig ist, während des Betriebsaktes zugeführt werden. Bei der Betriebsfrequenz von 500 MHz muß beispielsweise, wenn von dem Schlafmodus zu dem aktiven Modus gewechselt wird, die Leistung innerhalb etwa 4 bis 7 Nanosekunden zugeführt werden.

Da es jedoch unmöglich ist, die im vorhergehenden beschriebene Leistung von der Leistungsversorgungseinheit **2** rechtzeitig zuzuführen, wird während der Zeitdauer, bevor die Leistung von der Leistungsversorgungseinheit **2** zugeführt wird, dem MPU-Chip **3** die Leistung zugeführt, indem die Ladung, die in dem Entkopplungskondensator **5** gespeichert ist, der in der Nähe des MPU-Chips **3** angeordnet ist, freigesetzt wird.

Wenn die Betriebsstaktfrequenz 1 GHz beträgt, muß, um eine solche Funktion zu erfüllen, der ESL-Wert des Entkopplungskondensators **5**, der in der Nähe des MPU-Chips **3** angeordnet ist, zumindest 10 pH oder weniger betragen.

Da der ESL-Wert des im vorhergehenden erwähnten herkömmlichen Mehrschichtkondensators in einem Bereich von

etwa 500 pH bis 800 pH liegt, ist derselbe viel höher als der Wert von 10 pH, der im vorhergehenden beschrieben wurde. Bei einem Mehrschichtkondensator wird eine Induktivitätskomponente erzeugt, da ein magnetischer Fluß mit einer Richtung, die durch eine Richtung des Stromes, der durch den Mehrschichtkondensator fließt, bestimmt wird, induziert wird, wodurch eine Selbstinduktivitätskomponente erzeugt wird.

Bezüglich des im vorhergehenden beschriebenen Hintergrunds werden die Strukturen von Mehrschichtkondensatoren, die in der Lage sind, eine Reduzierung des ESL-Wertes zu erzielen, beispielsweise in der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 2-256216, dem U.S.-Patent Nr. 5,880,925, der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 2-159008, der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 11-144996 und der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 7-201651 präsentiert.

Die im vorhergehenden erwähnte Reduzierung des ESL-Wertes wird hauptsächlich dadurch erzielt, daß der magnetische Fluß, der in dem Mehrschichtkondensator induziert wird, unterdrückt bzw. ausgeglichen wird. Um eine solche Unterdrückung des magnetischen Flusses zu erzeugen, wird die Richtung des Stromes, der durch den Mehrschichtkondensator fließt, verschiedenartig eingestellt. Um die Richtung des Stromes verschiedenartig einzustellen, wird zusätzlich die Anzahl der Anschlußelektroden, die auf einer Außenoberfläche des Kondensators angeordnet sind, und die Anzahl von Bauteilen von inneren Elektroden, die sich erstrecken, um mit den Anschlußelektroden elektrisch verbunden zu sein, erhöht, wobei daraufhin die sich erstreckenden Teile der inneren Elektroden angeordnet werden, um in verschiedenen Richtungen angeordnet zu sein.

Die im vorhergehenden beschriebenen Maßnahmen zum Erhalten eines reduzierten ESL-Wertes bei dem Mehrschichtkondensator, wie er im vorhergehenden beschrieben wurde, sind jedoch nicht wirksam genug. Obwohl beispielsweise eine Struktur, bei der sich die inneren Elektroden zu den zwei gegenüberliegenden Seitenoberflächen des Kondensators heraus erstrecken, in der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 2-256216, dem U.S.-Patent Nr. 5,880,925 und der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 2-159008 beschrieben ist, kann der ESL-Wert lediglich auf etwa 100 pH herab reduziert werden.

Obwohl in der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 11-144996 eine Struktur beschrieben ist, bei der sich die inneren Elektroden zu den vier Seitenoberflächen des Kondensators heraus erstrecken, ist der wirksamste Wert von ESL in diesem Fall ebenfalls nicht kleiner als 40 pH.

Obwohl darüber hinaus in der japanischen ununtersuchten Patentanmeldung Nr. 7-201651 eine Struktur beschrieben ist, bei der sich die inneren Elektroden zu der oberen und der unteren Hauptoberfläche des Kondensators heraus erstrecken, ist der wirksamste Wert von ESL in diesem Fall ebenfalls nicht kleiner als 50 pH.

Um die ESL-Werte von 10 pH oder weniger zu erhalten, muß folglich herkömmlicherweise bei einer Hochfrequenzschaltung mit einer Leistungsverorgungsleitung, die für einen MPU-Chip verwendet wird, der einen solchen Mehrschichtkondensator umfaßt, eine Mehrzahl von parallel geschalteten Mehrschichtkondensatoren an einem Verdrahtungssubstrat angebracht sein. Als ein Ergebnis wird die Fläche, die zum Anbringen der Mehrschichtkondensatoren erforderlich ist, sehr erhöht, was eine Reduzierung der Kosten und der Größe der elektronischen Vorrichtungen, die solche Hochfrequenzschaltungen definieren, verhindert.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Mehrschichtkondensator mit einem kleineren ESL-Wert zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch einen Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 1 oder 18 gelöst.

Um die Probleme, die im vorhergehenden beschrieben wurden, zu überwinden, liefern bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen Mehrschichtkondensator, der einen ESL-Wert sehr und wirksam reduziert, und liefern ein Verdrahtungssubstrat, eine Entkopplungsschaltung und eine Hochfrequenzschaltung, die einen solchen neuartigen Mehrschichtkondensator umfassen.

Gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein Mehrschichtkondensator mit einem Kondensatorhauptkörper, der eine Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten aufweist, geliefert. Innerhalb des Kondensatorhauptkörpers sind zumindest ein Paar von im wesentlichen rechteckigen ersten inneren Elektroden und zumindest ein Paar von im wesentlichen rechteckigen zweiten inneren Elektroden vorgesehen, die sich über spezifizierte dielektrische Schichten der dielektrischen Schichten einander gegenüberliegen. Auf zumindest einer Hauptoberfläche, die sich im wesentlichen parallel zu den ersten und zweiten inneren Elektroden des Kondensators erstreckt, sind erste äußere Anschlußelektroden und zweite äußere Anschlußelektroden angeordnet.

Darüber hinaus sind eine Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern und eine Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern innerhalb des Kondensators angeordnet. Die ersten Durchführungsleiter verlaufen durch spezifizierte dielektrische Schichten der Mehrzahl von dielektrischen Schichten, um die ersten inneren Elektroden und die ersten äußeren Anschlußelektroden derart elektrisch zu verbinden, daß die ersten Durchführungsleiter von den zweiten inneren Elektroden elektrisch isoliert sind, wobei die zweiten Durchführungsleiter durch spezifizierte dielektrische Schichten verlaufen, um die zweiten inneren Elektroden und die zweiten äußeren Anschlußelektroden derart elektrisch zu verbinden, daß die zweiten Durchführungsleiter von den ersten inneren Elektroden elektrisch isoliert sind.

Die Mehrzahlen von ersten und zweiten Durchführungsleitern sind über die gesamten Bereiche der ersten und zweiten inneren Elektroden verteilt.

Die ersten und zweiten Durchführungsleiter sind derart angeordnet, daß die ersten und zweiten Durchführungsleiter magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die ersten und zweiten inneren Elektroden fließt, induziert wird, gegenseitig unterdrücken, wobei die ersten und zweiten Durchführungsleiter benachbart zueinander angeordnet sind, um im wesentlichen an Ecken eines Quadrats verteilt zu sein.

Um die im vorhergehenden erwähnten technologischen Probleme zu lösen, wird, wenn ein Ausrichtungsabstand der ersten und zweiten Durchführungsleiter durch P angezeigt wird, und die Gesamtanzahl der ersten und zweiten Durchführungsleiter durch N angezeigt wird, eine Anordnung derart eingestellt, daß ein Verhältnis von P/N etwa 0,085 mm oder weniger beträgt.

Ein wenig mehr vorzugsweise beträgt das Verhältnis P/N mehr als etwa 0,04 mm.

Bei dem Mehrschichtkondensator gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung sind

die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden vorzugsweise in einer punktierten Konfiguration entsprechend den ersten und zweiten Durchführungsleitern angeordnet.

In diesem Fall ist an jeder der ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden ein Lötmittelhöcker vorgesehen.

Bei dem Mehrschichtkondensator gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung sind zusätzlich vorzugsweise die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden lediglich auf einer Hauptoberfläche des Kondensators angeordnet. Alternativ können die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden auf beiden Hauptoberflächen des Kondensators angeordnet sein, oder die ersten äußeren Anschlußelektroden können auf einer Hauptoberfläche des Kondensators angeordnet sein, und die zweiten äußeren Anschlußelektroden auf der anderen Hauptoberfläche desselben.

Der Mehrschichtkondensator gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann angeordnet sein, um einen Entkopplungskondensator zu definieren, der mit einer Leistungsverorgungsschaltung für einen MPU-Chip verbunden ist, der in einer Mikroverarbeitungseinheit als eine MPU untergebracht ist.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird zusätzlich ein Verdrahtungssubstrat geliefert, an dem einer der im vorhergehenden beschriebenen Mehrschichtkondensatoren angebracht ist.

Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, wird, wenn ein Mehrschichtkondensator gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung an einem Verdrahtungssubstrat angebracht wird, als eines der spezifischen bevorzugten Ausführungsbeispiele ein MPU-Chip, der in einer Mikroverarbeitungseinheit untergebracht ist, auf dem Verdrahtungssubstrat angebracht. Zusätzlich kann auf dem Verdrahtungssubstrat ein heiß-seitiger Leistungsverorgungsverdrahtungsleiter zum Zuführen einer Leistung, die für den MPU-Chip verwendet wird, und ein Masseverdrahtungsleiter angeordnet sein. Entweder die ersten äußeren Anschlußelektroden oder die zweiten äußeren Anschlußelektroden des Mehrschichtkondensators können mit dem heiß-seitigen Leistungsverorgungsverdrahtungsleiter elektrisch verbunden sein, und die anderen Anschlußelektroden der ersten äußeren Anschlußelektroden und der zweiten äußeren Anschlußelektroden können mit dem Masseverdrahtungsleiter verbunden sein.

Vorzugsweise können die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden jeweils durch einen Höcker mit dem im vorhergehenden beschriebenen Verdrahtungssubstrat verbunden sein.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird eine Entkopplungsschaltung mit einem der neuartigen Mehrschichtkondensatoren, die im vorhergehenden beschrieben wurden, geliefert.

Gemäß einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird eine Hochfrequenzschaltung mit einem der im vorhergehenden beschriebenen Mehrschichtkondensatoren geliefert.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente anzeigen. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht, die die innere Struktur eines Mehrschichtkondensators gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt, wobei **Fig. 1A** eine Schnittoberfläche ist, bei der eine erste innere Elektrode angeordnet ist, und **Fig. 1B** eine Schnittoberfläche ist, bei der eine zweite innere Elektrode angeordnet ist;

Fig. 2 eine Schnittansicht, die entlang einer Linie II-II, die in **Fig. 1A** und **1B** gezeigt ist, entnommen ist;

Fig. 3 eine Draufsicht eines Mehrschichtkondensators gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Ansicht, die eine Toleranz bezüglich einer Differenz zwischen Ausrichtungsabständen P1 und P2 von ersten Durchführungsleitern und zweiten Durchführungsleitern in einer Richtung entlang jeder einer ersten und zweiten Seite, die benachbart zueinander sind, in einem Quadrat, das einen Zustand definiert, in dem die ersten und zweiten Durchführungsleiter verteilt sind, veranschaulicht;

Fig. 5 eine Schnittansicht eines Mehrschichtkondensators gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 eine Schnittansicht eines Mehrschichtkondensators gemäß einem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 eine Schnittansicht, die ein strukturelles Beispiel einer MPU mit dem Mehrschichtkondensator gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt, der einen Entkopplungskondensator definiert; und

Fig. 8 ein Blockdiagramm, das die Struktur darstellt, in der eine MPU und eine Leistungsverorgungseinheit verbunden sind.

Fig. 1A, 1B und **2** zeigen jeweils einen Mehrschichtkondensator **11** gemäß einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. **Fig. 1A** und **1B** sind Draufsichten, die die inneren Strukturen des Mehrschichtkondensators **11** darstellen, wobei **Fig. 1A** und **1B** unterschiedliche Schnittoberflächen zeigen. Zusätzlich ist **Fig. 2** eine Schnittansicht, die entlang einer Linie II-II, die in **Fig. 1A** und **1B** gezeigt ist, entnommen ist.

Der Mehrschichtkondensator **11** weist einen Hauptkondensatorkörper **13** mit einer Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten **12** auf. Die dielektrischen Schichten **12** sind vorzugsweise aus beispielsweise keramischen dielektrischen Materialien hergestellt.

Innerhalb des Kondensatorkörpers **13** sind zumindest ein Paar von ersten im wesentlichen rechteckigen inneren Elektroden **14** und zumindest ein Paar von zweiten im wesentlichen rechteckigen inneren Elektroden **15** angeordnet, wobei sich die Paare von Elektroden über eine spezifizierte dielektrische Schicht **12** einander gegenüberliegen. Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel weisen die ersten und zweiten inneren Elektroden **14** bzw. **15** vorzugsweise eine im wesentlichen quadratische Form auf. Zusätzlich sind eine Mehrzahl von Paaren von ersten inneren Elektroden **14** und eine Mehrzahl von Paaren von zweiten inneren Elektroden **15** angeordnet.

Darüber hinaus sind auf zumindest einer der Hauptoberflächen **16** und **17** des Kondensators **13**, die sich im wesentlichen parallel zu den inneren Elektroden **14** und **15** erstrecken, erste äußere Anschlußelektroden **18** und zweite äußere Anschlußelektroden **19** angeordnet. Bei dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel sind diese äußeren Anschlußelektroden **18** und **19** vorzugsweise auf der Hauptoberfläche **17** vorgesehen.

Die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden **18** bzw. **19** sind auf der Hauptoberfläche **17** derart angeordnet, daß die äußeren Anschlußelektroden **18** und **19** in einer punktierten Konfiguration angeordnet sind, die den Positionen

der ersten Durchführungsleiter **20** und der zweiten Durchführungsleiter **21** entspricht. Zusätzlich weisen bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel die ersten äußeren Anschlußelektroden **18** vorzugsweise leitfähige Anschlußflächen **22** auf, auf denen Lötmitelhöcker **24** vorgesehen sind, wobei die zweiten äußeren Anschlußelektroden **19** vorzugsweise leitfähige Anschlußflächen **23** aufweisen, auf denen Lötmitelhöcker **25** angeordnet sind.

Darüber hinaus verlaufen innerhalb des Kondensatorkörpers **13** eine Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern **20** durch spezifizierte dielektrische Schichten **12**, um die ersten inneren Elektroden **14** und die ersten äußeren Anschlußelektroden **18** derart elektrisch zu verbinden, daß die ersten Durchführungsleiter **20** von den zweiten inneren Elektroden **15** elektrisch isoliert sind. Zusätzlich verläuft eine Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern **21** durch spezifizierte dielektrische Schichten **12**, um die zweiten inneren Elektroden **15** und die zweiten äußeren Anschlußelektroden **19** derart elektrisch zu verbinden, daß die zweiten Durchführungsleiter **21** von den ersten inneren Elektroden **14** elektrisch isoliert sind.

Die Mehrzahlen von ersten und zweiten Durchführungsleitern **20** bzw. **21** sind vorzugsweise über die gesamten Bereiche der ersten inneren Elektroden **14** und der zweiten inneren Elektroden **15** verteilt.

Bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Mehrzahl von ersten inneren Elektroden **14** und die Mehrzahl von zweiten inneren Elektroden **15** derart angeordnet, daß die Kapazitäten, die zwischen den ersten inneren Elektroden **14** und den zweiten inneren Elektroden **15** definiert sind, durch die ersten und zweiten Durchführungsleiter **20** und **21** parallel geschaltet sind. Die parallel geschalteten Kapazitäten werden zwischen den ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden **18** bzw. **19** herausgeführt.

Die ersten Durchführungsleiter **20** und die zweiten Durchführungsleiter **21** sind derart positioniert, daß die Durchführungsleiter **20** und **21** magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die inneren Elektroden **14** und **15** fließt, induziert wird, gegenseitig unterdrücken bzw. ausgleichen. Zusätzlich sind die ersten Durchführungsleiter **20** und die zweiten Durchführungsleiter **21** derart benachbart zueinander positioniert, daß dieselben im wesentlichen an Ecken von im wesentlichen quadratisch geformten Elektroden verteilt sind.

Wenn ein Ausrichtungsabstand der ersten und zweiten Durchführungsleiter **20** bzw. **21** durch das Symbol P angezeigt wird, und die Gesamtanzahl N der ersten und zweiten Durchführungsleiter **20** und **21** durch das Symbol N angezeigt wird, beträgt gemäß der charakteristischen Struktur des Mehrschichtkondensators gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ein Wert von P/N vorzugsweise etwa 0,085 mm oder weniger und beträgt vorzugsweise etwa 0,04 mm oder weniger.

Wenn beispielsweise der spezifizierte Mehrschichtkondensator **11**, der in **Fig. 1A** und **1B** gezeigt ist, betrachtet wird, beträgt, da die Gesamtanzahl N der ersten und zweiten Durchführungsleiter **20** bzw. **21** bei diesem Mehrschichtkondensator **11** 25 (5×5) beträgt, damit ein Wert von P/N von etwa 0,085 mm oder weniger erhalten wird, der Ausrichtungsabstand P der ersten und zweiten Durchführungsleiter **20** bzw. **21** etwa 2,215 mm oder weniger ($0,085 \times 25$ mm) und vorzugsweise, um einen Wert von P/N von etwa 0,04 mm oder weniger zu erhalten, der Ausrichtungsabstand P etwa 1 mm oder weniger ($0,04 \times 25$ mm).

Wenn folglich der Ausrichtungsabstand P etwa 2,215 mm oder weniger, beispielsweise etwa 2 mm, beträgt, können die ersten und zweiten Durchführungsleiter **20** bzw. **21** mit der Gesamtanzahl N von 25 (5×5) auf beispielsweise im wesentlichen quadratischen inneren Elektroden **14** und **15**, von denen jede Seiten mit einer Länge von etwa 8 mm ($2 \times (5 - 1)$) aufweist, positioniert werden.

Von einem anderen Standpunkt aus betrachtet, beispielsweise in dem Fall, wenn jede der ersten und zweiten inneren Elektroden **14** bzw. **15** eine im wesentlichen quadratische Konfiguration ($8 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$) aufweist, weist der Ausrichtungsabstand P der Durchführungsleiter **20** und **21**, wenn die ersten und zweiten Durchführungsleiter **20** bzw. **21** mit einer Gesamtanzahl N von 25 (5×5) angeordnet sind, um wie in den **Fig. 1A** und **1B** gezeigt verteilt zu sein, 2 mm ($8 \div 4$), wobei der Wert von P/N etwa 0,08 mm ($2/25$ mm) beträgt, mit dem Ergebnis, daß das Verhältnis $P/N = 0,085$ mm erfüllt werden kann.

Solche Bedingungen werden durch Tests erhalten, die durchgeführt werden, um die Auswirkungen des Reduzierens eines ESL-Werts abzuschätzen. Im folgenden wird eine Beschreibung der Ergebnisse der Tests gegeben werden.

Basierend auf der Struktur zum Anordnen des Mehrschichtkondensators **11**, wie er in **Fig. 1A**, **1B** und **Fig. 2** gezeigt ist, wurden für drei Fälle von Abmessungen von etwa $2,5 \text{ mm} \times 2,5 \text{ mm}$, $4,5 \text{ mm} \times 4,5 \text{ mm}$ und $10,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ hinsichtlich der Hauptoberflächen **16** und **17**, die in dem Kondensator **13** umfaßt sind, Werte von ESL erhalten. Bezüglich der drei Testproben mit den unterschiedlichen Abmessungen der Hauptoberflächen wurde die Gesamtanzahl N der Durchführungsleiter **20** und **21** geändert, wobei gemäß dem Wert von N ebenfalls der Ausrichtungsabstand P der Durchführungsleiter **20** und **21** geändert wurde, um einen ESL-Wert zu erhalten. In diesem Fall wurde jeder ESL-Wert aus einer Eigenresonanzfrequenz erhalten, die durch Messen von Frequenzcharakteristika mit einem Netzwerkanalysator erhalten wurde.

In der folgenden Tabelle 1 sind bei einem Mehrschichtkondensator, der Hauptoberflächen mit Abmessungen von etwa $2,5 \text{ mm} \times 2,5 \text{ mm}$ und innere Elektroden mit Abmessungen von etwa $2,0 \text{ mm} \times 2,0 \text{ mm}$ aufweist, die Beziehungen zwischen den Werten von P/N und den Werten von ESL gezeigt, wenn die Gesamtanzahl N der Durchführungsleiter und der Ausrichtungsabstand P der Durchführungsleiter geändert wurde.

DE 100 19 838 A 1

TABELLE 1

| TESTPROBEN- NUMMER | DURCHFÜHRUNGSLEITER | | P/N (mm) | ESL (pH) |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|
| | GESAMT- ANZAHL | AUSRICHTUNGS- ABSTAND (P) (mm) | | |
| 1 | 5 x 5 | 0,5 | 0,020 | 9,30 |
| 2 | 4 x 4 | 0,67 | 0,042 | 23,4 |
| *3 | 3 x 3 | 1,0 | 0,111 | 66,9 |
| *4 | 2 x 2 | 2,0 | 0,500 | 300 |

In Tabelle 2 im folgenden sind bei einem Mehrschichtkondensator, der Hauptoberflächen mit Abmessungen von etwa 4,5 mm x 4,5 mm und innere Elektroden mit Abmessungen von etwa 4,0 mm x 4,0 mm aufweist, die Beziehungen zwischen den Werten von P/N und den Werten von ESL gezeigt, wenn die Gesamtanzahl N der Durchführungsleiter und der Ausrichtungsabstand P der Durchführungsleiter geändert wurde.

TABELLE 2

| TESTPROBEN- NUMMER | DURCHFÜHRUNGSLEITER | | P/N (mm) | ESL (pH) |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|
| | GESAMT- ANZAHL | AUSRICHTUNGS- ABSTAND (P) (mm) | | |
| 5 | 6 x 6 | 0,8 | 0,022 | 9,10 |
| 6 | 5 x 5 | 1,0 | 0,040 | 15,4 |
| 7 | 4 x 4 | 1,33 | 0,083 | 28,2 |
| *8 | 3 x 3 | 2,0 | 0,222 | 81,4 |
| *9 | 2 x 2 | 4,0 | 1,000 | 408 |

In der im folgenden gegebenen Tabelle 3 sind bei einem Mehrschichtkondensator, der Hauptoberflächen mit Abmessungen von etwa 10,0 mm x 10,0 mm und innere Elektroden mit Abmessungen von etwa 8,0 mm x 8,0 mm aufweist, die Beziehungen zwischen den Werten von P/N und den Werten von ESL gezeigt, wenn die Gesamtanzahl N von Durchführungsleitern und der Ausrichtungsabstand P der Durchführungsleiter geändert wurde.

TABELLE 3

| TESTPROBEN- NUMMER | DURCHFÜHRUNGSLEITER | | P/N (mm) | ESL (pH) |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|
| | GESAMT- ANZAHL | AUSRICHTUNGS- ABSTAND (P) (mm) | | |
| 10 | 6 x 6 | 1,6 | 0,044 | 12,4 |
| 11 | 5 x 5 | 2,0 | 0,080 | 22,4 |
| *12 | 4 x 4 | 2,67 | 0,167 | 49,2 |
| *13 | 3 x 3 | 4,0 | 0,444 | 140 |
| *14 | 2 x 2 | 8,0 | 2,000 | 643 |

In den Tabellen 1 bis 3 zeigen die Testproben mit den Nummern mit der *-Markierung die Fälle an, die sich außerhalb eines Bereichs von bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung befinden.

Bezugnehmend auf die Tabellen 1 bis 3 wird unabhängig von den Abmessungen der inneren Elektroden eine Korrelation zwischen den Werten von P/N und den Werten von ESL bestätigt.

In anderen Worten ausgedrückt, können die ESL-Werte von 30 pH oder weniger bei den Testprobennummern 1, 2, 5 bis 7, 10, 11 und 15 bis 17 erhalten werden, wenn die Werte von P/N etwa 0,085 mm oder weniger betragen. Wie es in den Fällen der Testprobennummern 1, 5 und 6 ersichtlich ist, können insbesondere, wenn der Wert von P/N etwa 0,04 mm oder weniger beträgt, die ESL-Werte von 16 pH oder weniger erzielt werden.

Auf diese Weise gilt, daß der Wert von ESL umso kleiner ist, je kleiner der Wert von P/N ist. Wie es beispielsweise bei den Testproben 1 und 5 gezeigt ist, beträgt der Wert von P/N etwa 0,022 mm oder weniger, wobei ein ESL-Wert von 10 pH oder weniger erzielt werden kann.

Bei den im vorhergehenden beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispielen können, obwohl die ersten und zweiten inneren Elektroden **14** bzw. **15** vorzugsweise im wesentlichen quadratische Konfigurationen aufweisen, die Konfigurationen dieser inneren Elektroden geändert werden, wobei beispielsweise die inneren Elektroden im wesentlichen rechteckige Konfigurationen aufweisen können.

Fig. 3 zeigt einen Mehrschichtkondensator **26** gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Ansicht in **Fig. 3** ist äquivalent zu der Ansicht, die in **Fig. 1A** gezeigt ist. Bei dem Mehrschichtkondensator **26**, der in **Fig. 3** gezeigt ist, weisen, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, die ersten und zweiten inneren Elektroden **14** bzw. **15** vorzugsweise im wesentlichen rechteckige Konfigurationen auf. In **Fig. 3** werden die gleichen Bezugszeichen verwendet, um gleiche Elemente wie diejenigen, die in **Fig. 1A** und **1B** gezeigt sind, anzuzeigen, wobei eine Erklärung derselben weggelassen wird.

Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, wurden basierend auf der Struktur des Mehrschichtkondensators **26** mit den im wesentlichen rechteckigen ersten und zweiten inneren Elektroden **14** bzw. **15**, die Werte von ESL, die erhalten wurden, wenn die Gesamtanzahl N der Durchführungsleiter **20** und **21** und der Ausrichtungsabstand der Durchführungsleiter **20** und **21** geändert wurde, durch das selbe Verfahren wie dasjenige, das bei den Tabellen 1 bis 3 verwendet wurde, erhalten. In **Fig. 3** sind die zweiten inneren Elektroden **15** nicht gezeigt.

In Tabelle 4 im folgenden sind bei einem Mehrschichtkondensator, der Hauptoberflächen mit Abmessungen von etwa 2,5 mm x 4,5 mm und innere Elektroden mit Abmessungen von 2,0 mm x 4,0 mm aufweist, die Beziehungen zwischen den Werten von P/N und den Werten von ESL gezeigt, wenn die Gesamtanzahl N der Durchführungsleiter und der Ausrichtungsabstand P der Durchführungsleiter geändert wurde.

TABELLE 4

| | | | | | |
|----|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|
| 5 | TESTPROBEN- NUMMER | DURCHFÜHRUNGSLEITER | | P/N (mm) | ESL (pH) |
| 10 | | GESAMT- ANZAHL | AUSRICHTUNGS- ABSTAND (P) (mm) | | |
| 15 | 15 | 5 x 9 | 0,5 | 0,011 | 5,72 |
| | 16 | 4 x 7 | 0,67 | 0,024 | 12,7 |
| 20 | 17 | 3 x 5 | 1,0 | 0,067 | 29,4 |
| 25 | *18 | 2 x 3 | 2,0 | 0,333 | 170 |

In Tabelle 4 zeigen die Testprobennummern mit einer *-Markierung eine Testprobe, die sich außerhalb des Bereichs der vorliegenden Erfindung befindet.

Wie es in Tabelle 4 gezeigt ist, ergibt sich, sogar falls die inneren Elektroden rechteckig sind, eine bestimmte Korrelation zwischen den Werten von P/N und ESL. Zusätzlich können ähnlich zu den Fällen der Tabellen 1 bis 3, wenn die Werte von P/N 0,085 mm oder weniger betragen, wie es bei den Testproben 15 bis 17 gezeigt ist, ESL-Werte von 30 pH oder weniger erhalten werden. Darüber hinaus können, wenn die Werte von P/N etwa 0,04 mm oder weniger betragen, wie es bei den Testproben 15 und 16 gezeigt ist, ESL-Werte von 16 pH oder weniger und insbesondere von etwa 12,7 pH oder weniger erzielt werden.

Sogar falls die inneren Elektroden im wesentlichen rechteckig sind, gilt zusätzlich, daß der Wert von ESL umso kleiner ist, je kleiner der Wert von P/N ist. Wenn die Werte von P/N etwa 0,011 mm oder weniger betragen, kann, wie es bei der Testprobe 15 gezeigt ist, ein sehr niedriger ESL-Wert von etwa 5,72 pII erhalten werden.

Wie es in den Fig. 1A und 1B oder Fig. 3 gezeigt ist, sind bei diesen bevorzugten Ausführungsbeispielen die ersten Durchführungsleiter 20 benachbart zu den zweiten Durchführungsleitern 21 auf eine solche Art und Weise angeordnet, daß die ersten und zweiten Durchführungsleiter 20 bzw. 21 im wesentlichen an jeder Ecke eines im wesentlichen quadratförmigen Teils positioniert sind. Das Quadrat, das eine solche Verteilung der ersten und zweiten Durchführungsleiter 20 bzw. 21 definiert, muß nicht notwendigerweise ein geometrisch präzises Quadrat sein. Dies wird bezugnehmend auf Fig. 4 veranschaulicht werden.

In Fig. 4 sind einige der ersten und zweiten Durchführungsleiter 20 und 21 dargestellt, wobei ein im wesentlichen quadratförmiger Teil 27 den Zustand definiert, in dem die Durchführungsleiter 20 und 21 verteilt sind.

Bei dem im wesentlichen quadratförmigen Teil 27 wird bezüglich der Längen der benachbarten ersten und zweiten Seiten 28 bzw. 29, d. h. bezüglich eines Ausrichtungsabstands P1 in einer Richtung der ersten Seite 28 und eines Ausrichtungsabstands P2 in einer Richtung der zweiten Seite 29, wenn P1 gleich oder größer P2 ist, eine Konfiguration, die eine Ungleichung $P1/P2 < 1,2$ erfüllt, bei dieser Anmeldung beispielsweise im wesentlichen ebenfalls als ein im wesentlichen quadratförmiger Teil erachtet. Wenn jedoch eine Ungleichung $P1/P2 \geq 1,2$ erfüllt ist, kann der magnetische Fluß, der innerhalb der inneren Elektroden erzeugt wird, nicht wirksam unterdrückt werden, mit dem Ergebnis, daß eine Reduzierung des ESL-Werts nicht ausreichend erzielt werden kann.

Fig. 5 zeigt einen Mehrschichtkondensator 30 gemäß einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Ansicht ist äquivalent zu der Ansicht, die in Fig. 2 gezeigt ist. In Fig. 5 werden die gleichen Bezugszeichen verwendet, um gleiche Elemente wie diejenigen, die in Fig. 2 gezeigt sind, anzuzeigen, wobei eine Erklärung derselben weggelassen wird.

Bei dem Mehrschichtkondensators 30, der in Fig. 5 gezeigt ist, sind die ersten äußeren Anschlußelektroden 18 auf einer Hauptoberfläche 16 des Kondensators 13 angeordnet, wobei die zweiten äußeren Anschlußelektroden 19 auf der anderen Hauptoberfläche 17 desselben angeordnet sind.

Fig. 6 zeigt einen Mehrschichtkondensator 31 gemäß einem vierten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Diese Ansicht ist äquivalent zu der Ansicht, die in Fig. 2 gezeigt ist. In Fig. 6 werden die gleichen Bezugszeichen verwendet, um gleiche Elemente wie diejenigen, die in Fig. 2 gezeigt sind, anzuzeigen, wobei eine Erklärung derselben weggelassen wird.

Bei dem Mehrschichtkondensators 31, der in Fig. 6 gezeigt ist, sind sowohl die ersten als auch die zweiten äußeren Anschlußelektroden 18 und 19 auf den zwei Hauptoberflächen 16 und 17 des Kondensators 13 angeordnet.

Bei dem Mehrschichtkondensator 11, der in Fig. 2 gezeigt ist, sind Ströme, die an dem Abschnitt, der in Fig. 2 gezeigt ist, in den ersten Durchführungsleitern 20 und den zweiten Durchführungsleitern 21 fließen, umgekehrt zueinander. Im Gegensatz dazu können bei dem Mehrschichtkondensator 30, der in Fig. 5 gezeigt ist, und dem Mehrschichtkondensator

31, der in **Fig. 6** gezeigt ist, die Richtungen der Ströme, die in den ersten Durchführungsleitern **20** und den zweiten Durchführungsleitern **21** fließen, die selben sein.

Hinsichtlich der Vorteile bezüglich der Reduzierung des ESL-Werts ist es dementsprechend offensichtlich, daß der Mehrschichtkondensator **11**, der in **Fig. 2** gezeigt ist, größere Vorteile als in den Fällen des Mehrschichtkondensators **30**, der in **Fig. 5** gezeigt ist, und des Mehrschichtkondensators **31**, der in **Fig. 6** gezeigt ist, liefert.

Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, wird der Mehrschichtkondensator gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf jedes der bevorzugten Ausführungsbeispiele, die in den Figuren gezeigt sind, veranschaulicht. Andere verschiedene Modifikationen können jedoch bezüglich der Anzahl und Positionen der inneren Elektroden, der äußeren Anschlußelektroden und der Durchführungsleiter, die bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden, angewendet werden, solange die Anzahlen und Positionen derselben die Bedingungen des Werts für das Verhältnis P/N, die im vorhergehenden beschrieben wurden, erfüllen. Darüber hinaus sollte die Querschnittskonfiguration der Durchführungsleiter nicht auf die im wesentlichen kreisförmigen Formen begrenzt werden, die in den Figuren gezeigt sind. Es können beispielsweise stattdessen viereckige oder im wesentlichen sechseckige Konfigurationen verwendet werden.

Der Mehrschichtkondensator gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise vorzugsweise als ein Entkopplungskondensator **5** verwendet werden, der in der im vorhergehenden erwähnten MPU **1**, die in **Fig. 8** gezeigt ist, angeordnet ist. Das strukturelle Beispiel in **Fig. 7** zeigt die Struktur einer MPU, die den Mehrschichtkondensator der vorliegenden Erfindung als einen Entkopplungskondensator verwendet.

Bezugnehmend auf **Fig. 7** weist eine MPU **33** ein Verdrahtungssubstrat **35** mit einer Mehrschichtstruktur auf, in der ein Hohlraum **34** an der unteren Oberfläche derselben angeordnet ist. Ein MPU-Chip **36** ist auf der oberen Oberfläche des Verdrahtungssubstrats **35** oberflächenangebracht. Innerhalb des Hohlraums **34** des Verdrahtungssubstrats **35** ist zusätzlich der Mehrschichtkondensator gemäß verschiedener bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung enthalten, der angeordnet ist, um einen Entkopplungskondensator zu definieren. Ein solcher Mehrschichtkondensator ist beispielsweise der Mehrschichtkondensator **11**, der gemäß dem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel aufgebaut ist. Darüber hinaus ist das Verdrahtungssubstrat **35** an einer Hauptplatine **37** oberflächenangebracht.

Wie es schematisch in der Figur gezeigt ist, sind Verdrahtungsleiter, die bei der MPU **33** notwendig sind, auf einer Oberfläche des Verdrahtungssubstrats **35** und in dem Inneren des Verdrahtungssubstrats **35** angeordnet. Mit diesen Verdrahtungsleitern werden Verbindungen, die in **Fig. 8** gezeigt sind, erhalten. Als repräsentative Leiter unter den Verdrahtungsleitern sind innerhalb des Verdrahtungssubstrats **35** eine heiß-seitige Leistungsversorgungselektrode **38** und eine Masseelektrode **39** angeordnet.

Die heiß-seitige Leistungsversorgungselektrode **38** ist über einen heiß-seitigen Leistungsversorgungsdurchkontaktierungslochleiter **40** mit einer ersten äußeren Anschlußelektrode **18** des Mehrschichtkondensators **11** und über einen heiß-seitigen Leistungsversorgungsdurchkontaktierungslochleiter **41** mit einem spezifizierten Anschluß **42** des MPU-Chips **36** elektrisch verbunden. Darüber hinaus ist die heiß-seitige Leistungsversorgungselektrode **38** über einen heiß-seitigen Leistungsversorgungsdurchkontaktierungslochleiter **43** mit einer heiß-seitigen leitfähigen Kontaktierungsfläche **44** einer Hauptplatine **37** elektrisch verbunden.

Zusätzlich ist eine Masseelektrode **39** über einen Massedurchkontaktierungslochleiter **45** mit einer zweiten äußeren Anschlußelektrode **19** des Mehrschichtkondensators **11** und über einen Massedurchkontaktierungslochleiter **46** mit einem spezifizierten Anschluß **46** des MPU-Chips **36** elektrisch verbunden. Darüber hinaus ist die Masseelektrode **39** über einen Massedurchkontaktierungslochleiter **48** mit einer masseseitigen leitfähigen Kontaktierungsfläche **49** der Hauptplatine **37** elektrisch verbunden.

Bei dem Mehrschichtkondensator **11**, der im vorhergehenden beschrieben wurde, sind die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden **18** und **19** durch Höcker mit den Durchkontaktierungslochleitern **40** und **45** verbunden, obwohl dies in **Fig. 7** nicht detailliert gezeigt ist.

In **Fig. 7** ist eine Speichereinheit, die zu der Speichereinheit **4**, die in **Fig. 8** gezeigt ist, äquivalent ist, weggelassen worden.

Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, sind gemäß dem Mehrschichtkondensator gemäß der vorliegenden Erfindung zumindest ein Paar von ersten inneren Elektroden und zumindest ein Paar von zweiten inneren Elektroden, die sich über spezifizierte dielektrische Schichten einander gegenüber liegen, innerhalb eines Kondensatorhauptkörpers angeordnet, der eine Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten aufweist. Die Hauptoberflächen des Kondensators erstrecken sich im wesentlichen parallel zu den inneren Elektroden, wobei erste äußere Anschlußelektroden und zweite äußere Anschlußelektroden auf einer der Hauptoberflächen angeordnet sind. Innerhalb des Kondensators sind eine Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern, die die ersten inneren Elektroden und die ersten äußeren Anschlußelektroden elektrisch verbinden, und eine Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern, die die zweiten inneren Elektroden und die zweiten äußeren Anschlußelektroden elektrisch verbinden, angeordnet. In dieser Situation kann, da die ersten und zweiten Durchführungsleiter auf eine solche Art und Weise angeordnet sind, daß die Durchführungsleiter magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die inneren Elektroden fließt, induziert wird, gegenseitig unterdrücken, ein Strom, der durch den Mehrschichtkondensator fließt, in verschiedene Richtungen ausgerichtet werden, und die Länge des Stroms verkürzt werden. Als ein Ergebnis wird der Wert von ESL sehr klein.

Darüber hinaus sind die Mehrzahlen von ersten und zweiten Durchführungsleitern über die gesamten Regionen der ersten und zweiten inneren Elektroden verteilt, wobei die ersten Durchführungsleiter auf eine solche Art und Weise benachbart zu den zweiten Durchführungsleitern angeordnet sind, daß die ersten und zweiten Durchführungsleiter im wesentlichen an jeder Ecke eines im wesentlichen quadratförmigen Teils positioniert sind. In diesem Fall ist, wenn ein Ausrichtungsabstand der ersten und zweiten Durchführungsleiter durch das Symbol P angezeigt wird, und die Gesamtanzahl der ersten und zweiten Durchführungsleiter durch das Symbol N angezeigt wird, ein Wert von P/N auf etwa 0,085 mm oder weniger eingestellt. Dementsprechend kann, da die Anzahl der Durchführungsleiter erhöht wird, während der Ausrichtungsabstand enger gemacht wird, im wesentlichen eine weitere Reduzierung des ESL-Werts erzielt werden.

Auf diese Weise kann, da die bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung einen Bereich für den Wert von P/N definieren, der den ESL-Wert wirksam reduziert, ein geeignetes Entwerfen eines Mehrschichtkondensators

zum Reduzieren des ESL-Werts einfach erzielt werden.

Darüber hinaus ist bei den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung, da der ESL-Wert, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, reduziert werden kann, eine Resonanzfrequenz des Mehrschichtkondensators viel höher, wobei das Frequenzband der Mehrschichtkondensator dienste viel höher ist. Dementsprechend ist der Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ausreichend anpaßbar, wenn die Frequenzen von elektronischen Schaltungen höher sind. Der Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise als ein Überbrückungskondensator oder ein Entkopplungskondensator verwendet werden, der bei Hochfrequenzschaltungen umfaßt ist.

Obwohl eine schnelle Leistungsversorgungsfunktion bei dem Entkopplungskondensator erforderlich ist, der verwendet wird, indem derselbe mit einem MPU-Chip oder einer anderen solchen Vorrichtung kombiniert wird, ist der Mehrschichtkondensator gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ausreichend auf die Hochgeschwindigkeitsoperationen anpaßbar, die für die schnelle Leistungsversorgungsfunktion durchgeführt werden, da der ESL-Wert des Kondensators sehr klein ist.

Wenn zusätzlich der Mehrschichtkondensator der bevorzugten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung an einem geeigneten Verdrahtungssubstrat angebracht wird, können die äußeren Anschlußelektroden, die bei dem Mehrschichtkondensator verwendet werden, vorteilhafterweise durch Höcker verbunden werden. Heutzutage besteht beispielsweise bei Halbleiterchips, wie z. B. MPU-Chips, eine Tendenz dazu, Verbindungen durch Höcker herzustellen, da die Betriebsfrequenzen höher werden. Das Anordnen von Hauptoberflächenanschlußelektroden stimmt mit dieser Tendenz überein. Verbindungen durch Höcker ermöglichen es ferner, daß eine Anbringung mit hoher Dichte erzielt werden kann, durch die die Erzeugung einer parasitären Induktivität in den Verbindungen unterdrückt werden kann.

Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung weisen die einzigartigen Merkmale, die im folgenden beschrieben werden, Vorteile auf, bei denen eine Unterdrückung der im vorhergehenden erwähnten magnetischen Felder sehr erhöht und eine elektrische Länge erheblich verkürzt wird, was zu einer wirksameren Reduzierung des ESL-Werts des Kondensators führt. Solche einmaligen Merkmale umfassen, daß ein Wert von P/N nicht mehr als etwa 0,04 mm beträgt, und daß die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden lediglich an einer Hauptoberfläche des Kondensators angeordnet sind.

Patentansprüche

1. Mehrschichtkondensator mit folgenden Merkmalen:

einem Kondensatorkörper (13) mit einer Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten (12);
zumindest einem Paar von ersten inneren Elektroden (14) und zumindest einem Paar von zweiten inneren Elektroden (15), wobei sich die Paare von inneren Elektroden (14, 15) über spezifizierte dielektrische Schichten (12) der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12), die innerhalb des Kondensatorkörpers (13) angeordnet sind, gegenüberliegen;

ersten äußeren Anschlußelektroden (18) und zweiten äußeren Anschlußelektroden (19), die auf zumindest einer Hauptoberfläche (17), die sich im wesentlichen parallel zu den inneren Elektroden (14, 15) erstreckt, angeordnet sind; und

einer Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern (20) und einer Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern (21), die innerhalb des Kondensatorkörpers (13) angeordnet sind, wobei die ersten Durchführungsleiter (20) durch spezifizierte dielektrische Schichten (12) der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12) verlaufen, um die ersten inneren Elektroden (14) und die ersten äußeren Anschlußelektroden (18) derart elektrisch zu verbinden, daß die ersten Durchführungsleiter (20) von den zweiten inneren Elektroden (15) elektrisch isoliert sind, und wobei die zweiten Durchführungsleiter (21) durch spezifizierte dielektrische Schichten (12) der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12) verlaufen, um die zweiten inneren Elektroden (15) und die zweiten äußeren Anschlußelektroden (19) derart elektrisch zu verbinden, daß die zweiten Durchführungsleiter (21) von den ersten inneren Elektroden (14) elektrisch isoliert sind;

wobei die Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern (20) und die Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern (21) über die gesamten Bereiche der ersten und zweiten inneren Elektroden (14, 15) verteilt sind;

wobei die ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) derart angeordnet sind, daß die Durchführungsleiter (20, 21) magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die inneren Elektroden (14, 15) fließt, induziert werden, gegenseitig unterdrücken, und wobei die ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) benachbart zueinander angeordnet sind, um im wesentlichen an jeder Ecke einer im wesentlichen quadratförmigen Kontur angeordnet zu sein; und

wobei, wenn ein Ausrichtungsabstand der ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) durch P angezeigt wird, und die Gesamtanzahl der ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) durch N angezeigt wird, eine Anordnung derart eingestellt ist, daß ein Wert von P/N etwa 0,085 mm oder weniger beträgt.

2. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 1, bei dem der Wert von P/N gleich oder kleiner etwa 0,04 mm ist.

3. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) in einer punktierten Konfiguration entsprechend den Positionen der ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) angeordnet sind.

4. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 3, bei dem an jeder der ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) ein Lötmittelhöcker (24) vorgesehen ist.

5. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) lediglich auf einer Hauptoberfläche (17) des Kondensators (13) angeordnet sind.

6. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) auf beiden Hauptoberflächen (16, 17) des Kondensators (13) angeordnet sind.

7. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die ersten äußeren Anschlußelektroden

(18) auf einer Hauptoberfläche (16) des Kondensators (13) angeordnet sind, und die zweiten äußeren Anschlußelektroden (19) auf der anderen Hauptoberfläche (17) desselben angeordnet sind.

8. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Mehrschichtkondensator angeordnet ist, um einen Entkopplungskondensator zu definieren, der für eine Verbindung mit einer Leistungsversorgungsschaltung für einen MPU-Chip, der in einer Mikroverarbeitungseinheit untergebracht ist, angepaßt ist.

9. Verdrahtungssubstrat (35) mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, der auf demselben angebracht ist.

10. Verdrahtungssubstrat (35) gemäß Anspruch 9, bei dem ein MPU-Chip (36), der in einer Mikroverarbeitungseinheit untergebracht ist, auf dem Verdrahtungssubstrat (35) mit einem heiß-seitigen Leistungsversorgungsverdrahtungsleiter (38, 41, 43) zum Zuführen von Leistung, die für den MPU-Chip (36) verwendet wird, und einem Masseverdrahtungsleiter (39, 46, 48) angebracht ist, wobei entweder die ersten äußeren Anschlußelektroden (18) oder die zweiten äußeren Anschlußelektroden (19), die in dem Mehrschichtkondensator umfaßt sind, mit dem heiß-seitigen Leistungsversorgungsverdrahtungsleiter (38, 41, 43) elektrisch verbunden sind, und die anderen Anschlußelektroden der ersten äußeren Anschlußelektroden (18) und der zweiten äußeren Anschlußelektroden (19) mit dem Masseverdrahtungsleiter (39, 46, 48) verbunden sind.

11. Verdrahtungssubstrat (35) gemäß Anspruch 10, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) jeweils durch einen Höcker (24) mit dem Verdrahtungssubstrat (35) verbunden sind.

12. Entkopplungsschaltung mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8.

13. Hochfrequenzschaltung mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8.

14. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem das zumindest eine Paar von ersten inneren Elektroden (14) und das zumindest eine Paar von zweiten inneren Elektroden (15) eine im wesentlichen rechteckförmige Konfiguration aufweisen.

15. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem das zumindest eine Paar von ersten inneren Elektroden (14) und das zumindest eine Paar von zweiten inneren Elektroden (15) eine im wesentlichen quadratförmige Konfiguration aufweisen.

16. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, 14 oder 15, bei dem eine Querschnittkonfiguration der Durchführungsleiter (20, 21) im wesentlichen kreisförmig ist.

17. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, 14 oder 15, bei dem eine Querschnittkonfiguration der Durchführungsleiter (20, 21) im wesentlichen viereckig und im wesentlichen sechseckig ist.

18. Mehrschichtkondensator mit folgenden Merkmalen:

einem Kondensatorkörper (13) mit einer Mehrzahl von laminierten dielektrischen Schichten (12) und vier Seiten; zumindest einem Paar von ersten inneren Elektroden (14) und zumindest einem Paar von zweiten inneren Elektroden (15), wobei sich die Paare von ersten inneren Elektroden (14) und zweiten inneren Elektroden (15) über eine der Mehrzahl der dielektrischen Schichten (12), die innerhalb des Kondensatorkörpers (13) und an verschiedenen Positionen in dem Kondensatorkörper (13) angeordnet sind, gegenüberliegen;

ersten äußeren Anschlußelektroden (18) und zweiten äußeren Anschlußelektroden (19), die auf zumindest einer Hauptoberfläche (17) des Kondensatorkörpers (13) angeordnet sind, wobei sich die Hauptoberfläche (17) im wesentlichen parallel zu den inneren Elektroden (14, 15) erstreckt;

einer Mehrzahl von ersten Durchführungsleitern (20) und einer Mehrzahl von zweiten Durchführungsleitern (21), die innerhalb des Kondensatorkörpers (13) angeordnet sind, wobei die ersten Durchführungsleiter (20) durch spezifizierte dielektrische Schichten (12) der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12) verlaufen, um die ersten inneren Elektroden (14) und die ersten äußeren Anschlußelektroden (18) derart elektrisch zu verbinden, daß die ersten Durchführungsleiter (20) von den zweiten inneren Elektroden (15) elektrisch isoliert sind, und wobei die zweiten Durchführungsleiter (21) durch spezifizierte dielektrische Schichten (12) der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12) verlaufen, um die zweiten inneren Elektroden (15) und die zweiten äußeren Anschlußelektroden (19) derart elektrisch zu verbinden, daß die zweiten Durchführungsleiter (21) von den ersten inneren Elektroden (14) elektrisch isoliert sind;

wobei sich die ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) von den ersten beziehungsweise zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) entlang eines Hauptabschnitts der Mehrzahl von dielektrischen Schichten (12) erstrecken, und wobei die ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) derart angeordnet sind, daß die ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) magnetische Felder, die durch einen Strom, der durch die inneren Elektroden (14, 15) fließt, induziert werden, gegenseitig unterdrücken; und

wobei, wenn ein Ausrichtungsabstand der ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) durch P angezeigt wird, und die Gesamtanzahl der ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) durch N angezeigt wird, eine Anordnung derart eingestellt ist, daß ein Wert von P/N etwa 0,085 mm oder weniger beträgt.

19. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 18, bei dem jeder erste äußere Anschluß (18) entlang der zumindest einen Hauptoberfläche (16, 17) des Kondensatorkörpers (13) benachbart zu einem der zweiten äußeren Anschlüsse positioniert ist.

20. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 18, bei dem jeder erste Durchführungsleiter (20) innerhalb des Kondensatorkörpers (13) benachbart zu einem der zweiten Durchführungsleiter (21) positioniert ist.

21. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 20, bei dem die ersten äußeren Anschlüsse (18) eine erste Polarität aufweisen, wobei die zweiten äußeren Anschlüsse (19) eine zweite Polarität aufweisen, die zu der ersten Polarität entgegengesetzt ist.

22. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 21, bei dem der Wert von P/N gleich oder kleiner etwa 0,04 mm ist.

23. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 22, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden (18, 19) in einer punktierten Konfiguration angeordnet sind, die den Positionen der ersten und zweiten Durchführungsleiter (20, 21) entspricht.

24. Mehrschichtkondensator gemäß Anspruch 23, bei dem an jeder der ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden **(18, 19)** ein Lötmitthöcker **(24)** vorgesehen ist.
25. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 24, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden **(18, 19)** lediglich auf einer Hauptoberfläche **(17)** des Kondensators **(13)** angeordnet sind.
- 5 26. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 24, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden **(18, 19)** auf beiden Hauptoberflächen **(16, 17)** des Kondensators **(13)** angeordnet sind.
27. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 24, bei dem die ersten äußeren Anschlußelektroden **(18)** auf einer Hauptoberfläche **(16)** des Kondensators **(13)** angeordnet sind, wobei die zweiten äußeren Anschlußelektroden **(19)** auf der anderen Hauptoberfläche **(17)** desselben angeordnet sind.
- 10 28. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 27, wobei der Mehrschichtkondensator angeordnet ist, um einen Entkopplungskondensator zu definieren, der für eine Verbindung mit einer Leistungsversorgungsschaltung für einen MPU-Chip, der in einer Mikroverarbeitungseinheit untergebracht ist, angepaßt ist.
29. Verdrahtungssubstrat mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 28, der auf demselben angebracht ist.
- 15 30. Verdrahtungssubstrat **(35)** gemäß Anspruch 29, bei dem ein MPU-Chip **(36)**, der in einer Mikroverarbeitungseinheit untergebracht ist, auf dem Verdrahtungssubstrat **(35)** mit einem heiß-seitigen Leistungsversorgungsverdrahtungsleiter **(38, 41, 43)** zum Zuführen von Leistung, die für den MPU-Chip **(36)** verwendet wird, und einem Masseverdrahtungsleiter **(39, 46, 48)** angebracht ist, wobei entweder die ersten äußeren Anschlußelektroden **(18)** oder die zweiten äußeren Anschlußelektroden **(19)**, die in dem Mehrschichtkondensator umfaßt sind, mit dem heiß-seitigen Leistungsversorgungsverdrahtungsleiter **(38, 41, 43)** elektrisch verbunden sind, und die anderen Anschlußelektroden der ersten äußeren Anschlußelektroden **(18)** und der zweiten äußeren Anschlußelektroden **(19)** mit dem Masseverdrahtungsleiter **(39, 46, 48)** verbunden sind.
- 20 31. Verdrahtungssubstrat **(35)** gemäß Anspruch 30, bei dem die ersten und zweiten äußeren Anschlußelektroden **(18, 19)** jeweils durch einen Höcker **(24)** mit dem Verdrahtungssubstrat **(35)** verbunden sind.
- 25 32. Entkopplungsschaltung mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 28.
33. Hochfrequenzschaltung mit einem Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 28.
34. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 28, bei dem das zumindest eine Paar von ersten inneren Elektroden **(14)** und das zumindest eine Paar von zweiten inneren Elektroden **(15)** eine im wesentlichen rechteckförmige Konfiguration aufweisen.
- 30 35. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 28, bei dem das zumindest eine Paar von ersten inneren Elektroden **(14)** und das zumindest eine Paar von zweiten inneren Elektroden **(15)** eine im wesentlichen quadratförmige Konfiguration aufweisen.
36. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 28, 34 oder 35, bei dem eine Querschnittkonfiguration der Durchführungsleiter **(20, 21)** im wesentlichen kreisförmig ist.
- 35 37. Mehrschichtkondensator gemäß einem der Ansprüche 18 bis 28, 34 oder 35, bei dem eine Querschnittkonfiguration der Durchführungsleiter **(20, 21)** im wesentlichen viereckig und im wesentlichen sechseckig ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen







